

## **BEZPEČNOSTĚ CESTNEJ DOPRAVY SO ZAMERANÍM NA ŽELEZNIČNÉ PRIECESTIA V SLOVENSKEJ REPUBLIKE**

**Mikuláš Monoši<sup>1</sup>, Michal Ballay<sup>2</sup>**

### **ABSTRAKT:**

*Posúdenie súčasného stavu v Slovenskej republike v oblasti bezpečnosti cestnej dopravy. Rozbor štatistiky dopravných nehôd na diaľniciach, ciest I. triedy a na železničných priecestiach v rámci SR. Rozbor vybraných dopravných nehôd na železničných priecestiach a stanovenie spoločných rysov dopravných nehôd.*

### **ABSTRACT:**

*The assessment of the current situation in the Slovak Republic in the field of road transport. Analysis of accident statistics on highways, state roads and railway crossings in Slovakia. Analysis of selected accidents on level crossings and common features of road accidents.*

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

*bezpečnosť, riziko, dopravná nehoda, cestná doprava, železničné priecestia.*

### **KEYWORDS:**

*safety, risk, traffic accident, road transport, railways crossing.*

## **1 ÚVOD**

Problematika dopravnej nehodovosti je vážny celospoločenský problém premietajúci sa vo všetkých sférach ľudskej činnosti, preto si vyžaduje komplexný a racionálny prístup. Zároveň ako jeden z významných negatívnych javov cestnej dopravy, je určitou výslednicou pôsobenia jednotlivých prvkov dopravy na dopravný proces. Dopravné nehody na železničných priecestiach nepatria medzi najčastejšie vzhľadom k dopravným nehodám v cestnej doprave, ale ich následky sú oveľa závažnejšie, a to v počte usmrtených a ťažko zranených osôb. V prípade vzniknutej udalosti je nutná spolupráca zložiek integrovaného záchranného systému (IZS), operačného strediska a ostatných zúčastnených osôb, ktorí sa podieľajú na zásahovej činnosti. Vyšetrovanie niektorých závažných nehôd na železničných priecestiach prebieha na základe výpovede znalcov z odboru cestnej dopravy.

## **2 BEZPEČNOSTĚ CESTNEJ DOPRAVY**

Bezpečnosť cestnej dopravy je vo všeobecnosti charakterizovaná neprítomnosťou nehôd, zranení a úmrtí. Havárie sú tu použité miesto nehody, pretože slovo nehoda vedie myšlienky smerom k udalosti, v ktorej je ťažké niečo urobiť, to znamená, že  $\frac{3}{4}$  „sa to stalo náhodou“. Pre spoločnosť a pre jednotlivca, poškodenie zdravia je najzávažnejší efekt nehôd. Nehoda

---

<sup>1</sup> Mikuláš Monoši, Doc., Ing., PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Mikulas.Monosi@fbi.uniza.sk

<sup>2</sup> Michal Ballay Ing., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Michal.Ballay@fbi.uniza.sk

vedie či už k utrpeniu človeka alebo strate na ľudskom živote, ktoré sú vyjadrené v peňažných jednotkách. Preto je potrebné v tomto počiatočnom štádiu špecifikovať, že poškodenie zdravia, je hlavným kritériom bezpečnosti cestnej premávky.

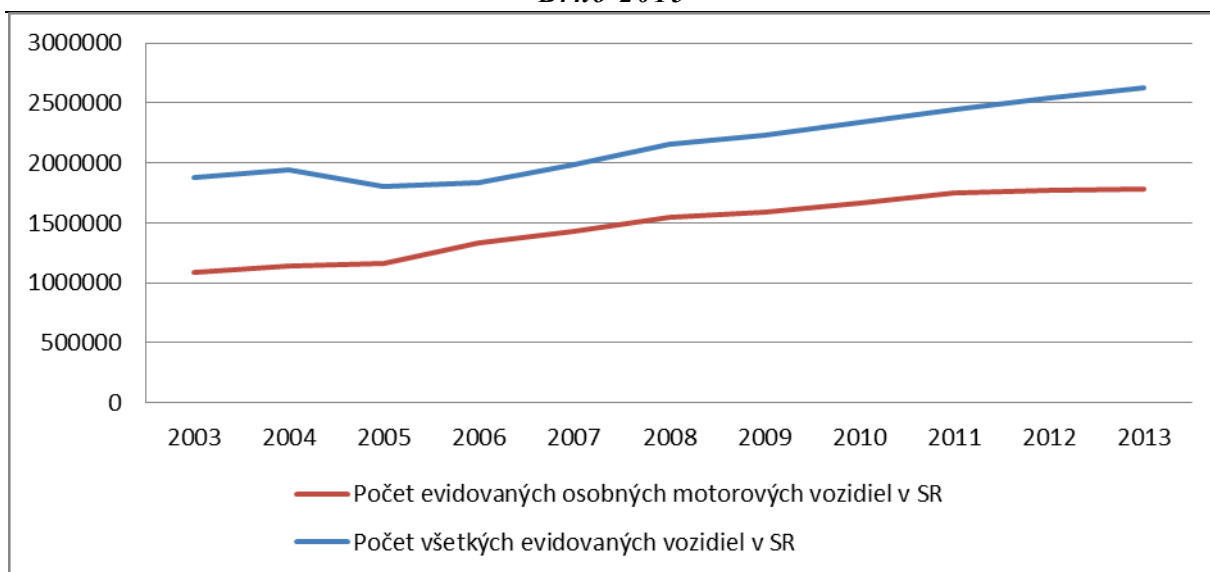
Bezpečnosť cestnej premávky môže byť ovplyvnená po mnohých jednotlivých rozmerov a rôzne modely boli použité pri riadení bezpečnosti cestnej premávky:

- Existujú tri hlavné premenné, ktoré sú zamerané na zvýšenie úrovne bezpečnosti cestnej premávky, pokiaľ ide o zdravotné následky: pozícia v cestnej premávke, nebezpečenstvo zrážky, dôsledok havárie,
- Zdravotné následky dopravných nehôd môžu byť ovplyvnené, opatreniami prijatými pred zrážkou (aktívna bezpečnosť), pri náraze (pasívna) a po zrážke (záchrana, liečba, rehabilitácia),
- Väčšina nehôd je vyvolaná ľudskými chybami, pričom niekedy sú tieto nehody úmyselné, ale väčšinou neúmyselné. Existujú tri základné spôsoby, ako znížiť ľudské chyby: výber účastníkov cestnej premávky (napr. licencie), zlepšenie účastníkov cestnej premávky (napr. informačné, vzdelávacie, školiace a presadzovanie), úprava ciest a inteligentné systémy vo vozidlách, ktoré riešia ľudské chyby a vlastnosti (uľahčujú riadenie).

### **3 ANALÝZA BEZPEČNOSTI NA POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÁCH V SLOVENSKEJ REPUBLIKE**

Nehodovosť cestnej premávky je pojem relatívny. Môžeme predpokladať, že k ujme na zdraví a hmotným škodám bude dochádzať preto, že nie je možné vylúčiť chyby a omyly účastníka cestnej premávky – človek. Okrem toho, stav bezpečnosti v cestnej doprave je ovplyvňovaný ďalšími faktormi, medzi ktoré patria dopravný prostriedok a komunikácia. Priame hodnotenie bezpečnosti cestnej dopravy je veľmi náročné. Ako kritérium sa používa pojem – dopravná nehodovosť. Vznik dopravnej nehody musíme preto chápať ako výsledok komplexu najrôznejšieho druhu a pôsobenia. Zlyhanie ľudského faktora je uvádzané v prevažnej miere ako prvotná príčina. Vyskytujú sa však aj ostatné vplyvy.

V podmienkach reality, často dochádza k situáciám, kedy riešenie určitých ohrození je nemožné. Predovšetkým sú to finančné prostriedky, ktoré obmedzujú bežnú údržbu a plánovanú obnovu vykonávanú správcami pozemných komunikácií. Cieľom Slovenskej republiky ako aj Európskej únie je zníženie dopravných nehôd, ale predovšetkým následkov dopravných nehôd. Tento cieľ je v ostrom kontraste medzi nárastom počtu motorových vozidiel a nedostatkom finančných prostriedkov na budovanie moderných cestných komunikácií. Dôkazom toho sú údaje, ktoré sú zobrazené na obrázku 1. Tieto údaje zobrazujú informácie od roku 2003 do roku 2013 o každoročnom náraste počtu všetkých evidovaných motorových vozidiel v SR a počtu osobných motorových vozidiel evidovaných v SR. V priemere pripadá na dvoch obyvateľov jedno vozidlo. Tento ukazovateľ má zároveň aj vplyv na intenzitu dopravy.



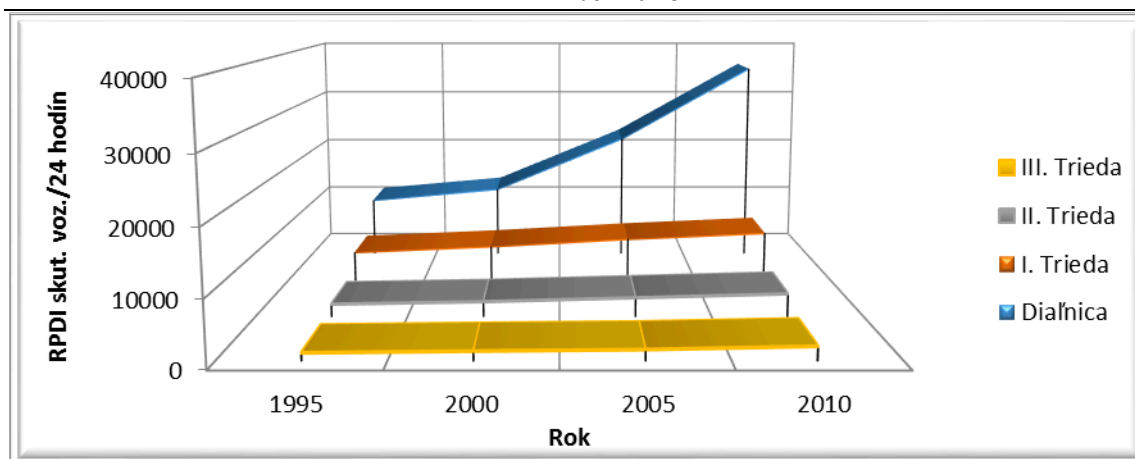
Obr. 1 Počet evidovaných osobných motorových vozidiel a počet všetkých evidovaných motorových vozidiel v Slovenskej republike

Fig. 1 The number of registered passenger cars and the number of all registered vehicles in the Slovak Republic

(Zdroj: Ministerstvo vnútra SR – evidencia vozidiel v období 2003 – 2013)

Väčšina pozemných komunikácií zaostáva počtom vozidiel o päť až desať rokov. Pri preťaženej pozemnej komunikácii dochádza k jej výraznému opotrebeniu, čo má za následok vznik nevyhovujúceho povrchu vozovky – koľaje, diery a pod. Často dochádza k situáciám, kedy uvedené poruchy na pozemnej komunikácii sú v bežných prevádzkových podmienkach relatívne málo nebezpečné, ale pri kombinácii s poveternostnými podmienkami sa stávajú už nebezpečnejšie.

Intenzitu dopravy považujeme tiež za veľmi dôležitý ukazovateľ, pretože štatistické ukazovatele dopravných nehôd a následkov dopravných nehôd sa hodnotia vo vzťahu k intenzite dopravy a predstavujú tzv. individuálne riziko na vybranej cestnej sieti. Monitorovanie vyťaženia ciest sa uskutočňuje každých päť rokov a vykonáva sa celoštátnym sčítaním dopravy na cestnej sieti Slovenskej republiky. Uvedené sčítanie zároveň poskytuje možnosť overenia, či prognózy vývoja boli správne a zároveň poskytuje informácie o intenzite dopravy. Tieto informácie môžu byť použité pri rozvoji cestnej siete v SR. Na obrázku 2 sú znázornené intenzity cestnej dopravy v ročnom priemere intenzít na diaľniciach, cestách I, II, III triedy v rozsahu celého územia SR.



Obr. 2 - Intenzita cestnej dopravy v ročnom priemere intenzít na diaľniciach, cestách I,II, III triedy.

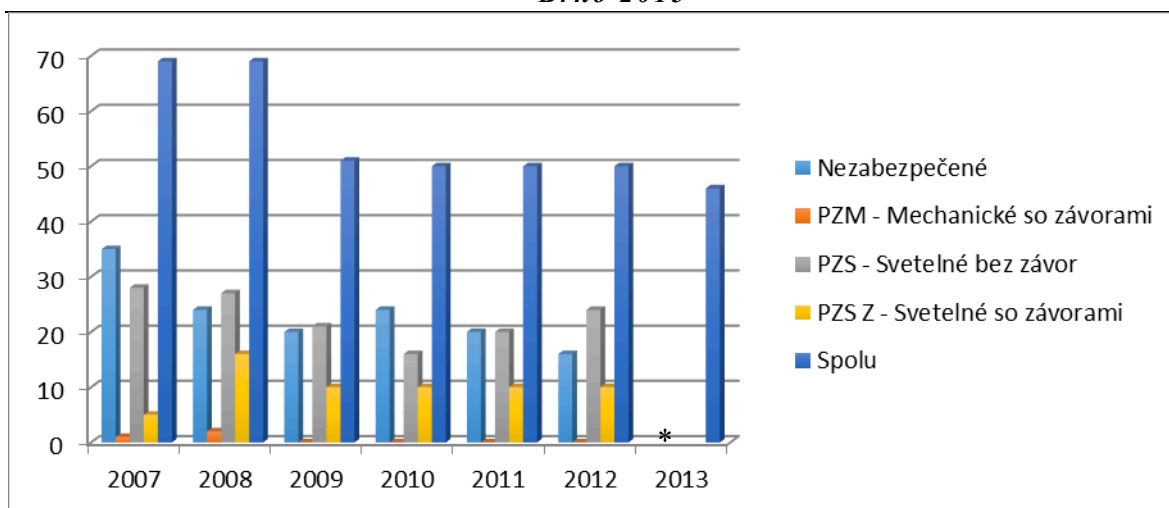
Fig. 2 - The intensity of the road on a yearly average intensities for highways, roads I, II, III class.

(Zdroj: Slovenská správa ciest – Výsledky monitoringu intenzity dopravy na slovenských pozemných komunikáciách za rok 2005 – 2010)

Súčasný stav infraštruktúry nie je schopný poskytnúť dostatočnú priepustnosť dopravných prúdov a nestačí svojím tempom v rámci nárastu intenzít dopravy, ako aj neustálemu zvyšovaniu počtu dopravných prostriedkov. Dodatočné rozširovanie infraštruktúry nie je možné a to najmä v urbanizovaných častiach a na druhej strane výstavba novej infraštruktúry je z pohľadu finančnej stránky veľmi náročná. Je preto dôležité, aby sa hľadali nové, progresívne nástroje, ktoré pri ich aplikovaní urobia dopravný systém účinnejším, bezpečnejším a výkonnejším. Jedným z nástrojov, ktoré spĺňa požiadavky environmentálneho a finančného únosného rozvoja cestnej dopravy sú telematické systémy, ktoré predstavujú nástroj veľkého významu v regulovaní a riadení dopravy.

#### **4 ANALÝZA BEZPEČNOSTI NA ŽELEZNIČNÝCH PRIECESTIACH V SLOVENSKEJ REPUBLIKE**

Z pohľadu bezpečnosti na železničnej trati je najnebezpečnejším miestom úrovňové križovanie železničnej trate s pozemnou komunikáciou. Ide o prakticky jediné miesto priameho fyzického kontaktu medzi inak pomerne izolovanými dopravnými módmi. Celkový počet priecestí na území Slovenskej republiky je 2160, z toho je 1088 zabezpečených a 1072 nezabezpečených. Nehody na železničných priecestiach zaznamenávajú stagnujúci počet, ale ich následky sú oveľa závažnejšie v počte usmrtených a ťažko zranených. Z pohľadu cestnej dopravy sa na priecestiach stane iba zlomok nehôd, ktoré však nemožno celkom prehliadnuť z pohľadu následkov nehodových udalostí na ceste. V železničných štatistikách nehodovosti však pripadá na železničné priecestia významný podiel.

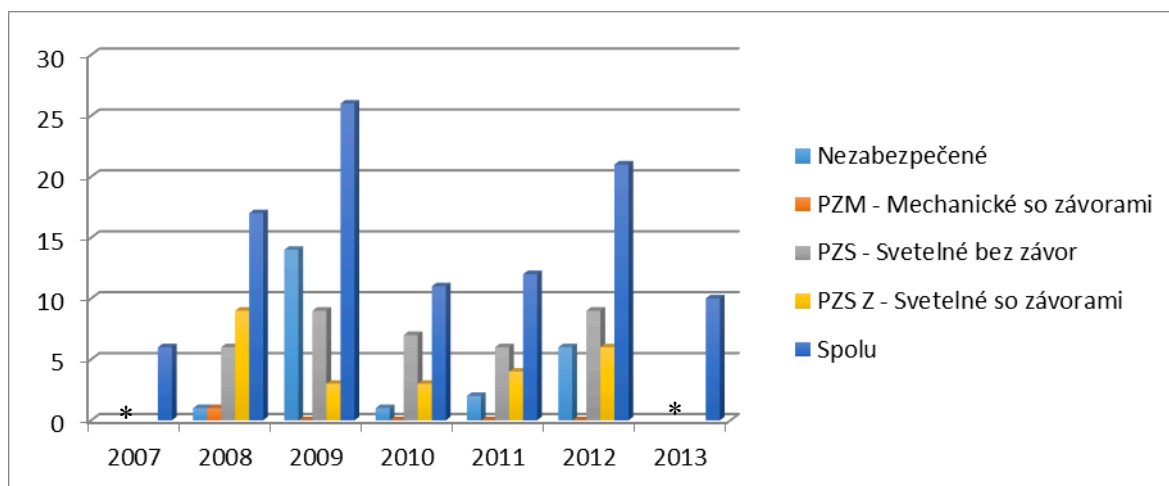


\*údaj nie je k dispozícií

Obr. 3 Počet nehodových udalostí na železničných priecestiach v SR

Fig. 3 The number of accidents at level crossings in Slovakia

(Zdroj: Elektronický portál ŽSR)



\*údaj nie je k dispozícií

Obr. 4 Počet úmrtí na železničných priecestiach

Fig. 4 The number of deaths at level crossings

(Zdroj: Elektronický portál ŽSR)

Z analýzy štatistických údajov vyplýva, že „najbezpečnejšie“ sa javia železničné priecestiach s mechanickým priecestným zabezpečovacím zariadením. Je to spôsobené trvalou prítomnosťou človeka zodpovedajúceho za bezpečnosť na priecestí. Spravidla sa taktiež nachádza na miestach s nízkou intenzitou cestnej aj železničnej premávky. Z ekonomickej stránky je takéto riešenie ekonomicky neakceptovateľné a postupne dochádza k nahradeniu priecestným zabezpečovacím zariadeniam plne automatickým. Počet nehôd na priecestiach so závorami je podstatne nižší, ako počet nehôd na priecestiach bez závor.

Je to hlavne z toho dôvodu, že závory predstavujú fyzickú prekážku, ktorá je menej prehliadnuteľnejšia ako svetelná signalizácia a úmyselné nerešpektovanie mechanickej výstrahy je zo strany účastníka cestnej dopravy spravidla komplikovanejšia ako úmyselné nerešpektovanie svetelnej signalizácie. Významný podiel na nehodovosti majú aj nezabezpečené priecestia aj keď sa spravidla nachádzajú na priecestiach s malou intenzitou dopravy. Ide o pomerne veľké množstvo priecestí a vybavenie len určitej časti týchto priecestí PZZ si vyžaduje značné investičné náklady. Riešením by mohla byť aplikácia nízko nákladového PZZ. Zníženie nákladov možno dosiahnuť znížením počtov prvkov v koľajisku alebo znížením požiadaviek na úroveň integrity bezpečnosti systému vzhľadom na menšiu intenzitu nebezpečenstiev na tratiach s nízkou intenzitou železničnej aj cestnej dopravy.

## **5 ROZBOR VYBRANÝCH DOPRAVNÝCH NEHÔD NA ŽELEZNIČNÝCH PRIECESTIACH**

Ak skúmame možné ohrozenia riadiaceho a informačného systému na priecestiach ich prostredníctvom i ohrozenia vlakovej dopravy, zdravia a životov ľudí je téma železničných priecestí vždy veľmi aktuálna. Vzhľadom na spoločenskú nebezpečnosť železničných priecestí je potrebné podrobiť tieto objekty dôkladnej analýze. Aj na málo frekventovaných priecestiach čas od času dochádza k veľkým tragédiám. Zmena miestnych pomerov – vznik športového, rekreačného alebo nákupného centra, môže zásadne zmeniť bezpečnostné pomery na priecestí.

Hlavné príčiny vzniku nehôd na železničných priecestiach:

- nedodržiavanie pravidiel cestnej premávky, nedisciplinovanosť jej účastníkov;
- nedostatočné technické opatrenia, hlavne v oblasti pred nebezpečným pásmom priecestia;
- násilné poškodenie priecestných zabezpečovacích zariadení, najmä:
  - zlomené a poškodené rahná,
  - násilné poškodenie stojana PZZ,
  - krádež káblov pre kontrolu stavu PZZ,
  - rozbité svetlá výstražníkov.

Investícia do priecestných zabezpečovacích systémov so závorami sa spravidla zdá byť zbytočná a výsledkom je nehoda, ku ktorej došlo vo februári 2009 v medzistaničnom úseku Heľpa - Polomka. na nechránenom priecestí v km 17,938. Rušňovodič vlaku, idúceho v smere Závadka nad Hronom – Polomka spozoroval, že prichádzajúci autobus pred priecestím nezastavuje a vchádza na priecestie a ihneď použil rýchločinné brzdenie. Bolo to vo vzdialenosti 72 metrov pred priecestím pri rýchlosti 70 km/hod. Napriek tomu osobný vlak narazil do ľavej strednej časti autobusu, pričom došlo k jeho prevráteniu na pravú stranu a k vykoľajeniu motorového vozňa. Autobus bol takto tlačенý 26 metrov až do zastavenia vlaku.





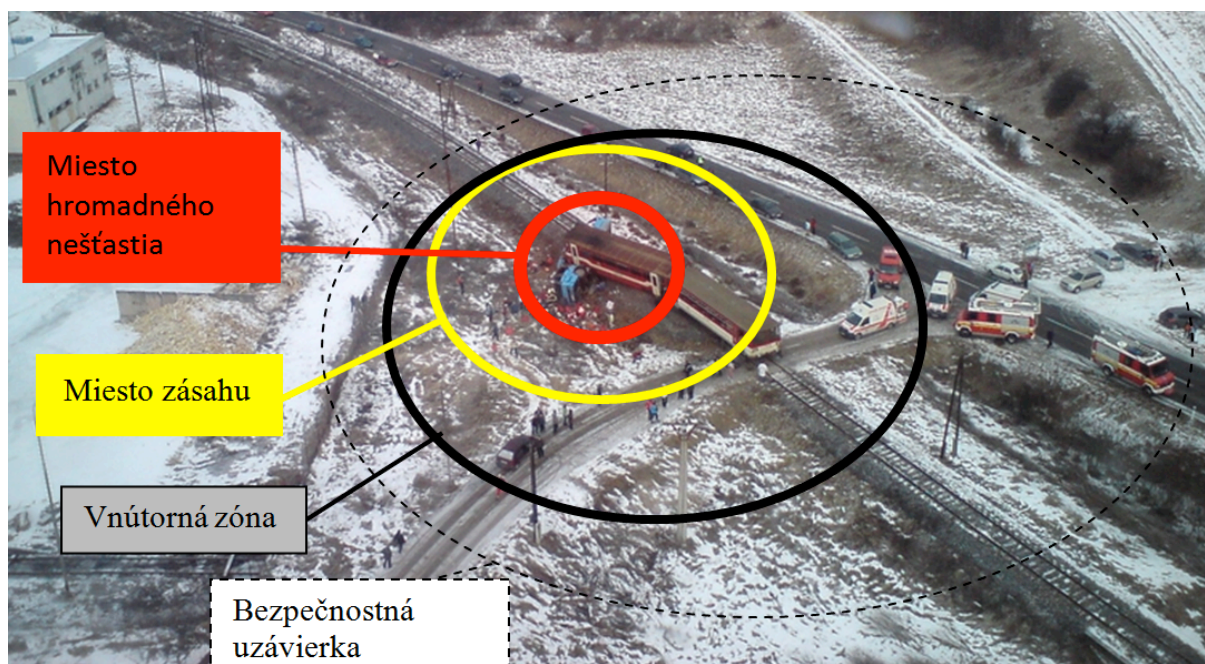
Obr. 5 Mimoriadna udalosť v železničnej doprave pri Polomke

Fig. 5 incident in rail transport in Polomka

(Zdroj: Elektronický portál aktuálne.sk)

Pri tejto najtragickejšej nehode v dejinách ŽSR zahynulo 12 osôb, 6 účastníkov nehody utrpelo ťažké zranenia, 19 bolo ľahko zranených.

Činnosť príslušníkov Hasičského a záchranného zboru spočívala v rozčlenení miesta zásahu na sektory vyhľadávajúci a záchranný. To znamená, že sa stanovili nebezpečné zóny s charakteristickým nebezpečím pre režim pohybu záchranárov a ďalších osôb a sektor zdravotníckej pomoci.



Obr. 6 Situačný plán miesta nehodovej lokality v Polomke

Fig. 6 Layout plan places black spots in Polomka

(Zdroj: Elektronický portál novinky.cz, upravil autor)

Ďalej činnosť príslušníkov Hasičského a záchranného zboru spočívala vo vyslobodzovaní osôb, asistencii lekárom pri ošetrovaní zranených osôb, poskytovaná bola pomoc pri nakladaní zranených osôb do vozidiel rýchlej zdravotníckej pomoci a rýchlej lekárskej pomoci a do vrtuľníka lekárskej záchranej služby. Po odvezení zranených osôb sa hasiči podieľali na odstraňovaní následkov dopravnej nehody.

Na miesto nehody sa dostavil autožeriav z Okresného riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru v Žiari nad Hronom, ktorým bol nadvihnutý vozeň motorového vlaku.

Po tejto mimoriadnej udalosti boli vedené dlhé odborné a politické diskusie či je potrebné vybaviť tieto priecestia iným priecestným zabezpečovacím zariadením. Výsledkom bolo vybudovanie svetelnej signalizácie na tomto priecestí. Vyšetrovanie tejto závažnej nehody prebiehalo na základe výpovede znalcov z odboru cestnej dopravy. Vyšetrovatelia požiadali o stanovisko expertov z Ústavu súdneho inžinierstva (ÚSI) v Žiline. Podľa znalcov ÚSI tragickú nehodu zaviniť obžalovaný - vodič, ktorý s autobusom vošiel na priecestie v čase, keď tadiaľ prechádzal vlak. Vodič nemusel dávať pozor na výmole, ktoré neboli veľké a pre jazdu boli nepodstatné. Sekundu mal na to, aby vozidlo pred nárazom bezpečne zastavil. Podľa ÚSI rušňovodič nemohol zrážke zabrániť z technických dôvodov i napriek intenzívnemu brzdeniu, pretože autobus mu vošiel do jazdnej dráhy v poslednej chvíli.

## **6 ZÁVER**

Doprava je jedným z kľúčových faktorov rozvoja každej modernej spoločnosti, pričom sama o sebe nie je cieľom, ale prostriedkom hospodárskeho rozvoja a predpokladom k dosiahnutiu sociálnej súdržnosti. Počet dopravných nehôd na železničných priecestiach je stále pomerne vysoký. Vzhľadom na spoločenskú nebezpečnosť železničných priecestí je potrebné podrobiť tieto objekty k dôkladnej analýze. V rámci zásahovej činnosti pri veľkých nehodách je nutná spolupráca všetkých záchranných zložiek a využitie ich kompetencií k špeciálnym činnostiam.

## **ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY**

- [1] DOUMENTÁCIA IZS: STČ 09/IZS Typová činnosť IZS pri spoločnom zásahu pri mimoriadnych udalostiach s veľkým počtom zranených a obetí. Hasičský záchranný zbor ČR [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné na: <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>
- [2] DVOŘÁK, Z. a kol.: Riadenie rizík v železničnej doprave, Univerzita Pardubice, Institut J.Pernera, 2010, ISBN 978-80-86530-71-0
- [3] MDVRR SR: Komplexný program riešenia problematiky železničných priecestí, Sekcia Železničná doprava, dostupné na: <http://www.telecom.gov.sk/index/index.php?ids=146692>
- [4] ONDRIČKA, M. URBÁNEK, A. Bezpečnosť dopravy na úrovňových železničných priecestiach, RESCUE FÓRUM 112, Medzinárodný kongres Žilina
- [5] RUMAR, K – GLEURY, D. – LIND, V. – BERRY, J. 1999 Intelligent transportation systems and road safety, european transport safety council extracts from this publication may be reproduced with the permission of etsc, 1999 Brusel ISBN: 90-76024-05-7
- [6] Slovenská správa ciest – výsledky monitoringu intenzity dopravy na slovenských pozemných komunikáciách za rok 2005 - 2010
- [7] ŽELEZNICE SR, Polomka – správa Dostupné na: [www.zsr.sk/buxus/docs/mediaroom/Polomka.doc](http://www.zsr.sk/buxus/docs/mediaroom/Polomka.doc)



## **RYCHLOST CHODCŮ – VÝSLEDKY VÝZKUMU V SOUČASNÉ POPULACI**

**Piotr Ciępka<sup>3</sup>, Adam Reza<sup>4</sup>, Jakub Zębala<sup>5</sup>**

### **ABSTRAKT:**

*Cílem článku je prezentovat výsledky výzkumu provedeného v Ústavu soudního inženýrství v Krakově, týkajícího se pohybu chodců v testovacích podmínkách a na silnici. Výzkum se zabýval určením stejnoměrného pohybu chodců v závislosti na věku, pohlaví a způsobu pohybu – pomalé, běžné a rychlé chůze a také běhu a rychlého běhu. Výsledky vztahující se ke stejnoměrnému pohybu chodců byly srovnány s výsledky získanými Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem, které jsou v Evropě známé. Srovnání opodstatňuje používání výsledků nejnovějšího výzkumu při rekonstrukcích dopravních nehod.*

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

*Chodec, rychlost*

## **1 ÚVOD**

Jedním ze základních prvků znaleckého posudku při dopravní nehodě, při níž je zraněn chodec, je provedení analýzy času a vzdálenosti. Výsledky takové analýzy jsou zásadní pro stanovení toho, zda se řidič mohl kolizi vyhnout.

Důležitým faktorem v analýze vztahu času a vzdálenosti je přesné určení trvání doby, po kterou chodec pobýval na silnici. Výzkum se zabýval dvěma variantami: stejnoměrným pohybem a zrychlením z klidu. Výsledky druhé varianty – zrychlení při pohybu z klidu - byly prezentovány na konferenci v Brně v lednu 2012 [3]. Tento článek prezentuje výsledky testů, týkajících se stejnoměrného pohybu spolu se srovnáním s výsledky známými z literatury.

## **2 STEJNOMĚRNÁ CHŮZE**

Průměrná rychlost chůze chodce při stejnoměrném pohybu byla definována na základě doby, kterou stráví chodec překonáváním specifikované měřené vzdálenosti. Pohyb chodce byl nahráván digitálním fotoaparátem. Analýza času a vzdálenosti byla provedena na základě nahraných dat. Po analýze nahraného videa byl pro každý test vypočítán počet snímků od okamžiku, kdy testovaný subjekt vstoupil do dráhy, až do okamžiku, kdy ji opustil. Pak byl vypočten čas, který subjekt strávil přechodem změřené vzdálenosti, aby byla vypočtena jeho průměrná rychlost.

Výzkum stejnoměrného pohybu chodců byl také proveden výzkumníky v Rumunsku a Litvě [11, 12]. Celkem bylo prostudováno téměř 2500 případů. Všechny testy provedené v Rumunsku a Litvě a značná část testů provedených v Polsku proběhla při reálné silniční dopravě na přechodech pro chodce. Klasifikaci způsobu pohybu chodců provedl tým

---

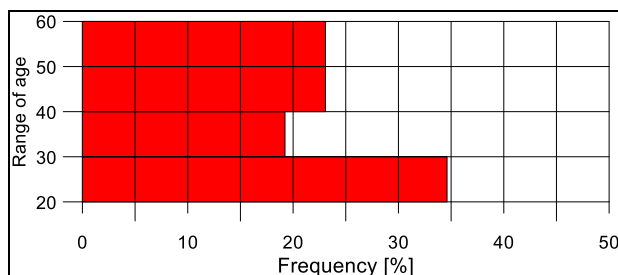
<sup>3)</sup> Ciępka, Piotr, mgr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185723, pcieпка@ies.krakow.pl

<sup>4)</sup> Reza, Adam, mgr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185722, areza@ies.krakow.pl

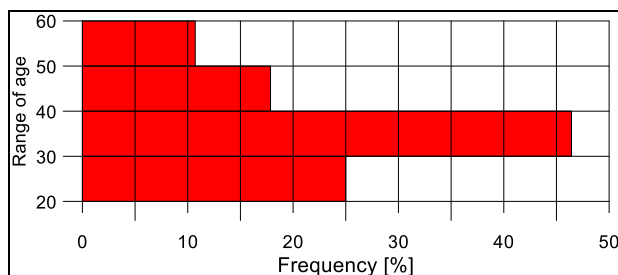
<sup>5)</sup> Zębala, Jakub, dr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185723, jzebala@ies.krakow.pl

zkušených výzkumníků předtím, než byla určena rychlost chůze, pomocí analýzy založené na nahraném videu. Výzkumníci z Ústavu soudního inženýrství provedli kromě testů na silnici také experimenty v testovacích podmínkách. V těchto testech začaly testované osoby překonávat vzdálenost 5 m rychlostí, která odpovídala – podle jejich názoru – těmto termínům: pomalá chůze, běžná chůze, rychlá chůze, běh a velmi rychlý běh.

Každý testovaný subjekt překonal měřenou vzdálenost třikrát předepsaným způsobem. Testu se zúčastnilo 26 žen a 28 mužů různých věkových skupin. Věková struktura mužských a ženských účastníků testu je znázorněno na obrázcích 1 a 2.



Obr. 1 – Věková struktura ženských účastníků testů



Obr. 2 – Věková struktura mužských účastníků testů

Věk chodců byl mezi 21 až 60 lety. Chodci mladší 21 let nebyli v testech zahrnuti, protože rychlost chůze dětí a mladistvých byla velmi přesně testována v nedávné době [8, 9, 10].

Tab. 1 – Rychlost chůze žen [m/s]

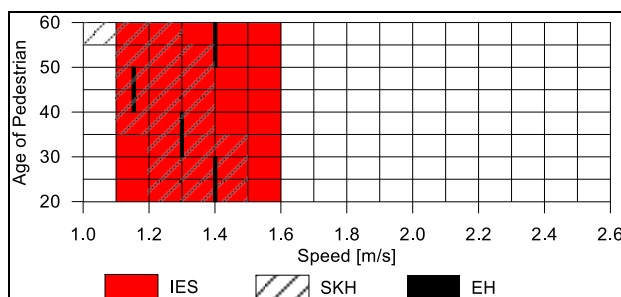
Věk	Způsob pohybu				
	Pomalá chůze	Běžná chůze	Rychlá chůze	Běh	Rychlý běh
21-30	0,7-1,4	1,1-1,6	1,5-2,0	2,0-3,6	3,6-5,2
31-40	0,8-1,3	1,1-1,6	1,5-2,1	2,0-3,7	3,6-4,5
41-50	0,7-1,3	1,1-1,6	1,5-2,0	2,1-3,6	3,0-4,2
51-60	0,7-1,2	1,1-1,6	1,4-2,1	2,0-3,6	2,9-4,3

**Tab. 2 – Rychlost chůze mužů [m/s]**

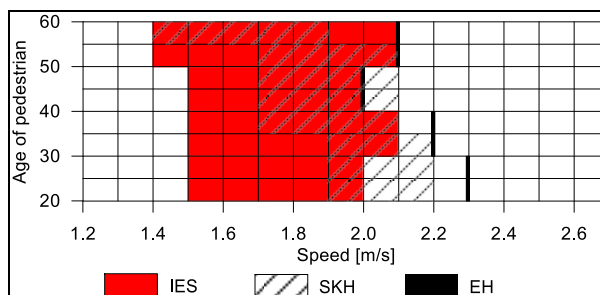
Věk	Způsob pohybu				
	Pomalá chůze	Běžná chůze	Rychlá chůze	Běh	Rychlý běh
21-30	0,8-1,4	1,3-1,8	1,6-2,4	2,6-4,6	4,3-6,6
31-40	0,9-1,4	1,2-1,8	1,8-2,5	2,6-4,6	4,8-6,9
41-50	0,8-1,4	1,2-1,8	1,6-2,3	2,3-4,2	4,3-7,0
51-60	0,7-1,3	1,3-1,6	1,6-2,1	2,2-4,2	4,0-5,7

### 3 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU

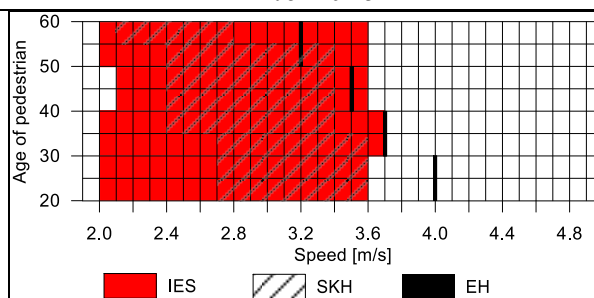
Srovnání výsledků získaných v Ústavu soudního inženýrství (IES) s výsledky získanými Strouhalem, Kühnelem a Heinem (SKH) [9], a Eberhardtem a Himbertem (EH) [4] je graficky znázorněno níže (obrázky 3 až 10).



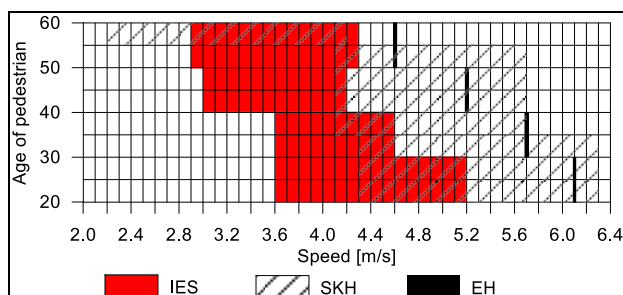
**Obr. 3 – Srovnání výsledků běžné chůze žen**



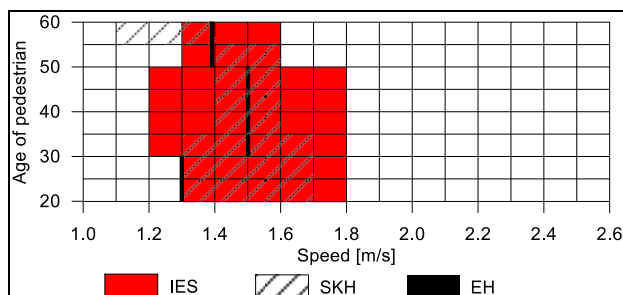
**Obr. 4 – Srovnání výsledků rychlé chůze žen**



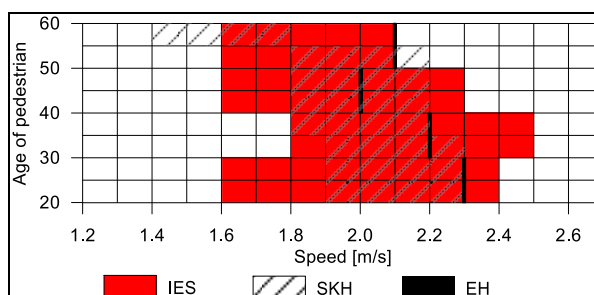
**Obr. 5 – Srovnání výsledků běhu žen**



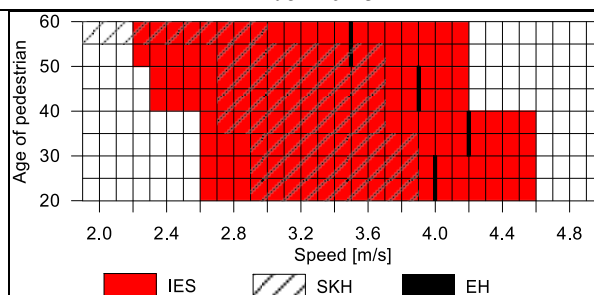
**Obr. 6 – Srovnání výsledků rychlého běhu žen**



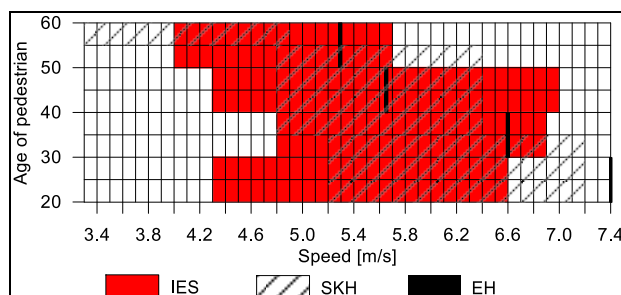
**Obr. 7 – Srovnání výsledků běžné chůze mužů**



**Obr. 8 – Srovnání výsledků rychlé chůze mužů**



Obr. 9 – Srovnání výsledků běhu mužů



Obr. 10 – Srovnání výsledků rychlého běhu mužů

#### 4 ZÁVĚRY

1. Výsledky výzkumů ústavu IES týkající se stejnoměrné chůze chodů jsou aktualizací výzkumu provedeného Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem.
2. V převážné většině případů vykazují limitní hodnoty naměřené ve výzkumu ústavu IES u kategorie pohybu od normální chůze až po běh širší rozsah rychlostí, než je u odpovídajících hodnot rychlostí získaných Strouhalem, Kühnelem a Heinem.
3. Ve věkové skupině 20 až 55 let jsou pro všechny kategorie pohybu chodců spodní hranice rychlostí naměřené ústavem IES nižší než u odpovídajících hranic ve výzkumu provedeném Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem.
4. Hodnoty rychlosti žen v testech ústavu IES v kategorii rychlý běh byly značně nižší než odpovídající hodnoty získané Eberhardtem a Himbertem, a Strouhalem, Kühnelem a Heinem.
5. Výsledky ústavu IES vykazují dobrou kontinuitu mezi jednotlivými věkovými skupinami. Ve výzkumu provedeném Strouhalem, Kühnelem a Heinem byla zaznamenána jistá disproporce pro chodce nad a pod 55 let, která by mohla vést k diskusi o správnosti určení rozsahu rychlosti chůze.
6. Bylo zaznamenáno, že výška chodce vede k rozdílnému vyhodnocení způsobu pohybu, zejména co se týče vysokých osob, které, ač se pohybují relativně vysokou rychlostí, působí dojemem, jako by šly pomaleji.
7. Rychlost chůze je značně ovlivněna fyzickou zdatností. Fyzická kondice byla zejména zjevná v případě běhu a rychlého běhu, zvláště u starších osob.
8. Při určování rozsahu rychlosti pohybu daného jedince by měl být brán v úvahu jeho zdravotní stav, pokud jsou tyto informace k dispozici. Jisté nemoci mohou být indikátorem ke snížení horní hranice rychlosti. Dalším faktorem, který je nutno vzít v

---

úvahu, je dobrá fyzická kondice chodce, která může vést ke stanovení horní hranice rychlosti z daného rozsahu.

## **5 LITERATURA**

- [1] Burg H., Moser A., *Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion*, Vieweg+Teubner/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009.
- [2] Ciępka P., Reza A., Zębala J., *Badania prędkości ruchu pieszych*, Paragraf na drodze, numer specjalny październik 2009.
- [3] Ciępka P., Reza A., Zębala J., *Zrychlení chodců při pohybu z klidu*, sborník XXI. mezinárodní vědecké konference soudního inženýrství, ExFoS 2012.
- [4] Eberhardt W., Himbert G., *Bewegungsgeschwindigkeiten Versuchergebnisse nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer*, Der Verkehrsunfall 1979, nr 4.
- [5] Fugger Th., Randles B., Wobrock J., *Pedestrian Behavior at Signal-Controlled Crosswalks*, Accident Reconstruction-Crash Analysis SP-1572 (2001), SAE Technical Paper 2001-01-0896.
- [6] Kramer F., Raddatz M., *Das Bewegungsverhalten von Fussgängern*, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 2010, nr 12.
- [7] Strouhal J., Kühnl K., Hein H., *Messung von Fussgängergeschwindigkeiten und beschleunigungen*, Münchener Forschungsgesellschaft für Unfallanalyse GbR.
- [8] Windisch M., *Analysis the moving speed of 2 to 3 year-old children – video analysis and statistical evaluation*, Proceedings of XIV EVU Annual Meeting, 8-10 November 2007, Krakow.
- [9] *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego*, Wydanie II, Kraków 2011.
- [10] Vaughan R., Bain J., *Acceleration and Speeds of Young Pedestrians: Phase II*, Accident Reconstruction SP-1491 (2000), SAE Technical Paper 2000-01-0845.
- [11] Zębala J., Ciępka P., Reza A., Rusitoru F., Lazarenko L., Bibian D., *Pedestrian motion speed while crossing the road*, Transbaltica 2009, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Scientific Conference, April 22-23, 2009, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.
- [12] Zębala J., Ciępka P., Reza A., Rusitoru F., Lazarenko L., Bibian D., *Speed of Pedestrian movement in road traffic*, 5<sup>th</sup> European Academy of Forensic Science, Glasgow 8-11<sup>th</sup> September 2009, Book of Abstracts.